УДК 004.89:004.93

А.С. Звенигородский, С.Б. Иванова, В.Н. Чернышова
Институт информатики и искусственного интеллекта
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина
Украина, 83050, г. Донецк, ул. Б. Хмельницкого, 84, *zas@suiai.edu.ua*
Институт проблем искусственного интеллекта МОН Украины и НАН Украины
Украина, 83048, г. Донецк, ул. Артема, 118-б

Модель одного ответа на вопрос в естественно-языковых системах тестирования

A.S. Zvenigorodsky, S.B. Ivanova, V.N. Chernishova
Institute of Informatics and Artificial Intelligence
of Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine
Ukraine, 83050, c. Donetsk, B. Khmelnitskiy st., 84
Institute of Artificial Intelligence MES of Ukraine and MAS of Ukraine
Ukraine, 83048, c. Donetsk, Artema st., 118-b

Answer Model for Natural Language Testing Systems

О.С. Звенігородський, С.Б. Іванова, В.М. Чернишова
Інститут інформатики і штучного інтелекту
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна
Україна, 83050, м. Донецьк, пр. Б. Хмельницького, 84
Інститут проблем штучного інтелекту МОН України і НАН України
Україна, 83048, м. Донецьк, вул. Артема, 118-б

Модель однієї відповіді на питання в природно-мовних системах тестування

В статье рассматривается проблема моделирования вопросов на перечисление в системах компьютерного тестирования знаний. Предложена модель ответа на перечисление, учитывающая составляющие предметной области ответа и естественно-языковые средства их выражения. Представлен алгоритм анализа и оценки ответа на перечисление.
Ключевые слова: система тестирования, критерий оценки, модель ответа, естественный язык.

In the paper, the problem of modeling of enumeration questions in computer testing systems is considered. It is proposed an answer model, which takes into account entity domain elements of an answer and natural language tools of their expression. The analysis and estimation algorithm of an enumeration answer is proposed.
Key Words: testing system, estimation criterion, answer model, natural language.

У статті розглядається проблема моделювання відповідей на перерахування в системах комп'ютерного тестування знань. Запропоновано модель відповіді на перерахування, що враховує складові предметної області відповіді і природно-мовні засоби їх вираження. Представлено алгоритм аналізу та оцінки відповіді на перерахування.
Ключові слова: система тестування знань, критерій оцінки, модель відповіді, природна мова.

Введение

Одно из развивающихся направлений в информационных технологиях – применение компьютерных технологий в образовании: обучающие системы, системы контроля

знаний. Важной проблемой в этих системах является минимизация влияния учителя на объективность оценки знаний тестируемых. Использование вопросов в виде тестов [1] позволяет избежать присутствия учителя при анализе результатов, однако не позволяет всесторонне оценить уровень знаний обучаемого. Это связано с ограничениями по типам вопросов систем тестирования. В настоящее время преобладающим типом вопроса является выбор правильного ответа из набора предложенных. При таком тестировании возникает проблема случайного угадывания и логического исключения заведомо неправильных вопросов [2]. Применение вопросов, требующих развернутого ответа, приводит к необходимости использования в тестировании естественно-языковых конструкций и решения проблемы их анализа и понимания, что является сложной задачей. В результате электронные тестовые системы по разнообразию вопросов уступают контролю знаний с учителем, поэтому задача построения естественно-языковых систем тестирования даже самого низкого уровня является актуальной.

Целью данной статьи является уменьшение неоднозначности смысловой интерпретации естественно-языковых ответов на вопросы одного из классов вопросов и повышение объективности оценки ответа.

Анализ проблемы

В работе [3] описан подход, основанный на семантическом анализе ответа обучаемого, который основывается на индивидуальных концептуальных грамматиках, представляющих собой формальные семантические конструкции ожидаемого ответа. Описана семантическая типизация вопросов, на основании которой выполняется разбиение множества ответов обучаемого на семантические классы, в каждом из которых требуется раскрытие некоторого однотипного смысла, определенного типом вопроса. За счет такой типизации вопросов и узкой предметной области, определенной заранее при конструировании вопросов, можно представить для каждого типа вопроса ограниченный набор допустимых, т.е. логически правильных, смысловых конструкций (ответных формул), ряд возможных ответов по каждому вопросу, построить соответствующие семантические модели и описать конструкции правильных ответов для всех вопросов. Предложенная в работе семантическая классификация вопросно-ответных текстов основана на классификации вопросов по сложности раскрываемых отношений (содержание в тексте ответа типовых или составных отношений одного или нескольких факторов). Однако этот подход не устраняет неоднозначность смысла ответа, так как семантические модели являются языковыми и отображают связь между единицами языка, что не является полностью адекватным для смысла предметной области ответа.

Постановка задачи

Существует несколько классов вопросов с ответами на естественном языке, отличающихся по сложности построения ответа. На наш взгляд, создание общей модели ЕЯ-ответов на все классы вопросов является проблематичным. Поэтому мы выбрали один из классов вопросов – вопросы на перечисление, чтобы в простой модели решить некоторые языковые проблемы, например, синонимии и омонимии, затем распространить новые подходы на более сложные вопросы.

Рассмотрим сущность вопросов и ответов на перечисление. С позиций процесса приобретения знаний ответ на перечисление показывает, какие элементы знаний (данных) обучаемый запомнил, классифицировал в своей памяти и, в подтверждение запоминания, может воспроизвести с помощью естественного языка. Таким образом, можно считать, что данные ответа структурированы и представляют модель некоторой предметной области (ПрО). Анализ вопросов на перечисление показал, что

данными, которые можно перечислять, являются элементы следующих множеств: множества сущностей, множества свойств или функций одной сущности, множества отношений между сущностями. Для конструктивной постановки задачи воспользуемся понятием модель предметной области вопрос-ответа (ПОВО), представленной в [2], и адаптируем ее под ответ на перечисление.

Приведем примеры вопросов на перечисление: «Назовите функции плазматической мембраны» (биология), «Какие типы переменных вы знаете?» (информатика), «Назовите группы органических соединений в живой природе» (химия), «Приведите примеры органогенных элементов». Ответ на последний вопрос можно представить в виде простого ответа, например, «азот, углерод, кислород» или полного ответа: «Органогенными элементами являются: азот, углерод и кислород».

Из этих ответов следует, что речь идет о сущностях (химических элементах) некоторой ПрО, которые в русском языке обозначаются словами: «азот», «углерод», «кислород». Кроме этого, в ответе могут быть слова: «Органогенными элементами являются», – которые не несут информации о сущностях ПрО, а усиливают выразительность ответа. Введем несколько понятий.

Формально полный ответ на перечисление – это множество элементов предметной области ответа на перечисление.

Критерий оценки формального ответа – это расстояние или степень совпадения модели, построенной по ответу пользователя, с моделью формально полного ответа.

Естественно-языковая форма (ЕЯ-форма) – это лексема или последовательность лексем (синонимы, метафоры и другие языковые конструкции в лингвистическом понимании), которые служат для указания на элементы множеств ПрО ответа.

Дополнительные лексемы – это ЕЯ-формы, употребляемые для связки слов в предложении (союзы) или усиливающие выразительность ответа и употребляемые только в этой ПрО.

Окончательный ответ – это ЕЯ-выражение, в котором присутствуют грамматически правильные и неправильные ЕЯ-формы, указывающие на элементы множеств ПрО, и ЕЯ-формы дополнительных лексем.

Понятие окончательного ответа вводится для устранения ситуаций, присущих некоторым системам, в которых допускаются только грамматически правильные ответы. Это приводит к тому, что правильный, по сути, ответ считается ошибочным, если содержит хотя бы одну грамматическую ошибку. Для реализации более гибкой системы оценивания будем считать, что оценка окончательного ответа зависит от степени соответствия формально полному ответу, грамматической правильности и выразительности ответа (использования дополнительных лексем). Например, если кратко перечислены все составляющие формального ответа, но с грамматическими ошибками, то такой ответ оценивается как 75% окончательного ответа, если без грамматических ошибок, то – 85%, если в ответе присутствуют лексемы, усиливающие выразительность ответа, то – 100%.

Таким образом, задача анализа ЕЯ-ответа заключается в следующем: выделить в ответе ЕЯ-формы, которые указывают на конкретные элементы множества предметной области ответа, сравнить с моделью формально полного ответа, проверить грамматику и употребление ЕЯ-средств выразительности и по заданному критерию оценить ответ.

Модель ответа на вопрос на перечисление

В соответствии с постановкой задачи определим модель формально полного ответа на вопрос на перечисление в виде пятерки:

$$O =(S, LS, R_n, D, RLD),$$

где S – множество элементов предметной области ответа; LS – множество лексем и сочетаний лексем в основной морфологической форме; $LS = (LS_n)$, LS_n – подмножества лексем и сочетаний лексем (синонимы и метафоры) в основной морфологической форме, обозначающие элементы множества предметной области S; $n = 1, \ldots N$ – количество элементов предметной области; R_n – подмножества морфологических правил для ЕЯ-форм подмножеств LS_n; $n = 1, \ldots N$ – количество элементов предметной области; D – множество дополнительных лексем в основной морфологической форме; RLD – множество морфологических и синтаксических правил, определяющих грамматические правила сочетания лексем из LS и D.

Критерий оценки ответа и алгоритм анализа

В основу критерия положена идея о том, что ответ может быть по сути правильным, но содержать грамматические ошибки, которые могут иметь разную причину (невнимательность, описки и т.д.). Будем считать, что соблюдение морфологических и синтаксических правил только показывает, что текст может иметь смысл, и не является определяющим при оценивании ответа.

В соответствии с постановкой задачи критерий оценки окончательного ответа E определяется следующим образом:

$$E = C + G + V,$$

где C – коэффициент, показывающий степень близости ответа пользователя к формально полному ответу (оценивается от 35 до 75% окончательного ответа); G – коэффициент, учитывающий правильность морфологии и синтаксиса ответа пользователя (оценивается от 0 до 15% окончательного ответа); V – коэффициент, учитывающий употребление дополнительных лексем в ответе пользователя (оценивается от 0 до 10% окончательного ответа).

В соответствии с предложенной моделью и критерием оценки окончательного ответа разработан алгоритм, представленный на рис. 1.

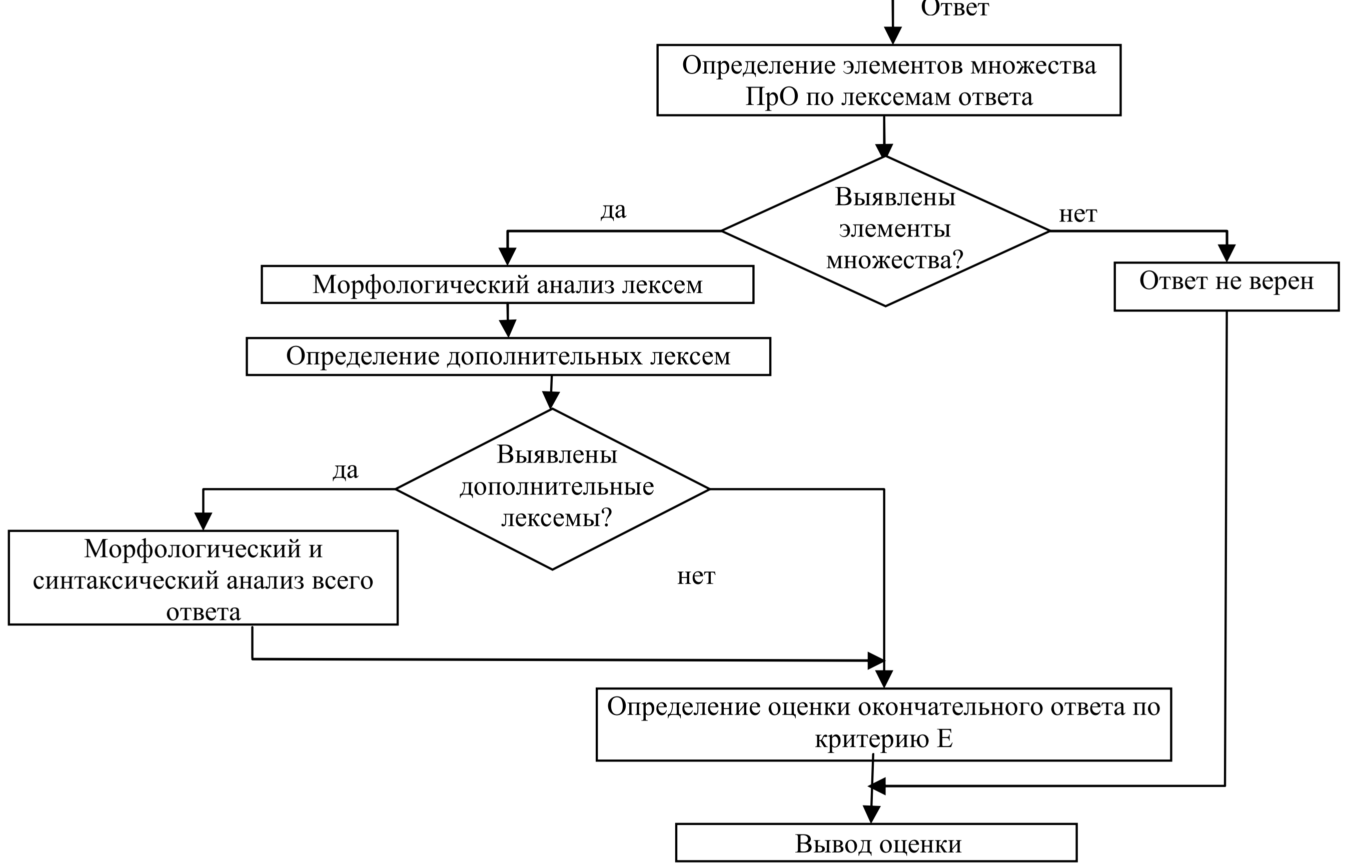


Рисунок 1 – Алгоритм анализа ответа на перечисление

Входными данными для оценивания окончательного ответа являются элементы множеств предметной области ответа, определенные по лексемам ответа, и результаты морфологического и синтаксического анализа входного предложения. Таким образом, при определении оценки окончательного ответа учитываются выходные данные со всех предшествующих блоков анализа.

Выводы

1 Ответ на вопрос в данной модели может иметь только один смысл или не иметь ни одного, поэтому проблема омонимии снимается.

2 Данная модель допускает произвольный порядок слов в ответе, грамматические ошибки, короткие лаконичные ответы и развернутые ответы, использование синонимов и метафор.

3 Модель формально полного ответа может создаваться на основе экспертных оценок, что уменьшает субъективность по сравнению с одним автором (учителем).

4 Возможны различные критерии оценки окончательного ответа.

5 Для более сложных классов вопросов необходимы более сложные модели формально полных ответов, в которые модель ответа на перечисление может входить как составляющая.

Литература

1. Орел Е. Создание тестов и компьютерное тестирование / Е. Орел, А. Прохоров // Компьютер Пресс. – 2006. – .№ 7.
2. Звенигородский А.С. Естественно-языковые интерфейсы в системах тестирования знаний / А.С. Звенигородский, В.Н. Чернышова // Математичне і програмне забезпечення інтелектуальних систем : тези доповідей IX Міжнародної наук.-практ. конф / М-во освіти і науки, молоді та спорту України. – м. Дніпропетровськ.
3. Сулейманов Дж.Ш. Семантический анализ естественно-языковых текстов в вопросно-ответном режиме / Дж.Ш. Сулейманов, Мад.М. Аюпов. – Казань : Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2011. – С. 344-348.

Literatura

1. Orel E. Komp’juter Press. № 7. 2006.
2. Sulejmanov Dzh.Sh. Semanticheskij analiz estestvenno-jazykovyh tekstov v voprosno-otvetnom rezhime.Izd-vo “Fen” Akademii nauk RT. Kazan’. 2011. S. 344-348.
3. Zvenigorodskij A.S. Matematychne i programne zabezpechennja intelektual’nyh system: tezy dopovidej IX Mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf. m. Dnipropetrovs’k. M-vo osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy.

A.S. Zvenigorodsky, S.B. Ivanova, V.N. Chernishova

Answer Model for Natural Language Testing Systems

The paper purpose is a reduction ambiguity of semantic interpretation of natural language answer and increasing the objectivity of answer estimation.

Conceptions are entered.

Formally full enumeration answer is a set of entity domain elements of answer.

Evaluation criterion of the formal answer is a distance or degree of the coincidence of the model built by the answer of user with formally full answer model.

Naturally-language form (NL-form) is a lexeme and lexemes sequence, which point entity domain element of answer.

Additional lexemes are NL-forms, which are used for intensifying answer expressiveness.

Ultimate answer is natural language expression, in which grammatically correct and wrong NL-forms, and NL-forms of the additional lexemes are present.

In accordance with paper purpose, we shall define the model of full enumeration answer in the manner of quintuples:

$$O = (S, LS, R_n, D, RLD),$$

where:

*S*is a set of entity domain elements of answer;

*LS*is a set of the lexemes and combinations of the lexemes in the main morphological form;

$$LS = (LS_n),$$

$LS_n$is a subset of the lexemes and lexemes sequence (the synonyms and metaphors) in the main morphological form, that pointing entity domain elements of *S*; $n = 1,\ldots, N$is domain element number;

$R_n$isa set of the morphological rules for NL-forms of the subset LS_n; $n = 1, \ldots, N$is domain element number;

D is a set of the additional lexemes in the main morphological form;

RLD is a set morphological and syntax rules, which defines grammatical rules of the combination of the lexemes from *LS* and *D*.

Estimation criterion of the ultimate answer is proposed.

$$E = C + G + V,$$

where:

C is a factor, which shows degree of the coincidence of user answer model and the formally full answer model (is valued from 35 before 75% ultimate answer);

G is a factor, which takes into account correctness of morphologies and syntax of the use answer (is valued from 0 before 15% ultimate answer);

V is a factor, which takes into account the user answer additional lexemes (is valued from 0 before 10% ultimate answer);

In accordance with the offered model and estimation criterion, the analysis and estimation algorithm is designed. The offered model allows to use the synonyms and metaphors in answers. The different criterion of the estimation of answer is possible. The enumeration answer model can enter to more complex question classes as a component.

Статья поступила в редакцию 08.05.2012.